

УДК 621.791.037

**Роянов В.А.<sup>1</sup>, Коросташевский П.В.<sup>2</sup>****ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ШАГА РОЛИКОВ  
И РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ РЯДАМИ РОЛИКОВ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ  
ЛИНИЙ СБОРКИ И СВАРКИ ТОНКОЛИСТОВЫХ ПОЛОТНИЩ**

*Рассмотрена зависимость оптимального соотношения шага роликов роликовых полей транспортных систем линий сборки и сварки тонколистовых полотнищ и расстояния между смежными рядами роликов, позволяющая при максимальных значениях шага роликов конкретных диаметров определять оптимальное расстояние между их рядами.*

Транспортные системы линий сборки и сварки тонколистовых полотнищ обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн и иных емкостей являются важнейшей составляющей этого оборудования, одним из главных элементов, определяющих производительность, экономичность и существование линий полотнищ в целом. Главным элементом транспортных систем, обеспечивающим их работоспособность, является роликовое поле, поэтому правильный выбор его основных параметров является важной научной и практической задачей при создании такого специального технологического оборудования в вагоностроении, судостроении и иных отраслях машиностроения.

В общем случае конструкции роликовых полей специального технологического оборудования линий для сборки и сварки тонколистовых полотнищ включают в себя параллельно расположенные на определенном расстоянии друг от друга ряды, установленных с определенным шагом дисковых роликов [1 – 3]. Установлено, что главным критерием выбора основных параметров таких роликовых полей (шага роликов и расстояния между смежными рядами роликов, диаметров роликов и их цапф) является обеспечение условий гарантированного, с минимальным сопротивлением перемещению, захода полотнищ на ролики и их дальнейшей беспрепятственной транспортировки. При этом выявлено, что основными факторами, ухудшающими эти условия, являются провисания и прогибы лобовой и боковых кромок тонколистовых полотнищ, причем провисания и прогибы прямо пропорциональны четвертой степени длины консольного вылета кромок (расстояния между смежными рядами роликов), зависят от свойств материала листов (удельного веса и модуля нормальной упругости) и обратно пропорциональны квадрату толщины листов. Предложены аналитические и графические зависимости, табличный метод определения значений максимально допустимых шагов роликов конкретных диаметров и расстояний между смежными рядами роликов для транспортировки листовых полотнищ из различных материалов и толщин [4].

При выборе диаметров роликов роликового поля и диаметров их цапф, значения максимально допустимого шага и расстояния между смежными рядами роликов находятся в определенной зависимости друг от друга, не выявленной в известных исследованиях.

Целью настоящей работы является выявление оптимального соотношения максимально допустимого расстояния между смежными рядами роликов определенных диаметров от максимального шага роликов роликовых полей для транспортировки тонколистовых полотнищ.

При транспортировке по роликовому полю линии сборки и сварки тонколистовое полотнище перемещается по основным и дополнительным роликам, образующим единую плоскость транспортировки. Основные ролики установлены с выбранным шагом в рядах с определенным расстоянием между ними. Дополнительные ролики располагаются между рядами основных по обе стороны от проемов в роликовом поле (как показано на фрагменте роликового поля на рис. 1) с установленными в них флюсовыми подушками, кантователем полотнищ и иным оборудованием

---

<sup>1</sup> ПГТУ, д-р техн. наук, проф.

<sup>2</sup> ПГТУ, аспирант

для гарантированного перемещения лобовой кромки полотнища без среза горки флюса или упора в металлоконструкции стенда.

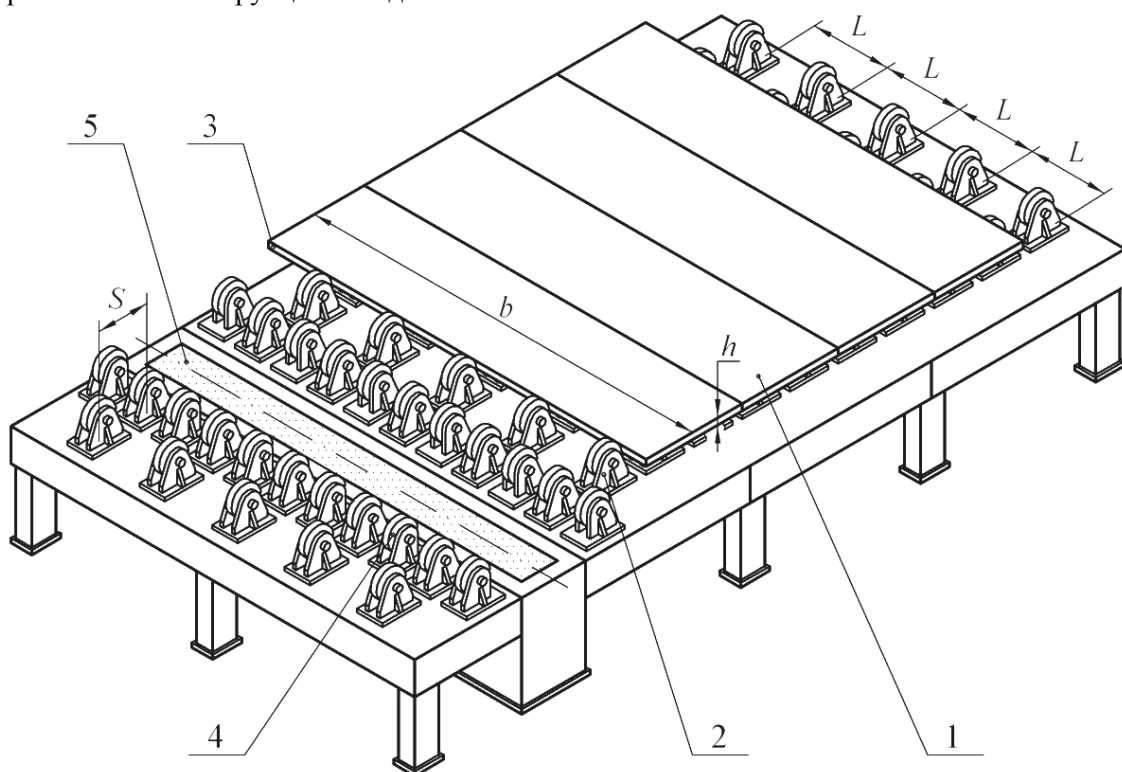


Рис. 1 – Фрагмент роликового поля линии сборки и сварки тонколистовых полотнищ:  
1 – транспортируемое полотнище; 2 – ряд основных роликов;  
3 – лобовая кромка полотнища; 4 – дополнительный ролик; 5 – флюсовая подушка.

При перемещении по роликам лобовая кромка полотнища периодически образует консольный вылет  $l$  максимальной величины, свисая в месте касания ее роликов от общей плоскости транспортировки на величину  $f_c$  (см. рис. 2), и прогибается между роликами смежных рядов на величину  $f_n$  (см. рис. 3).

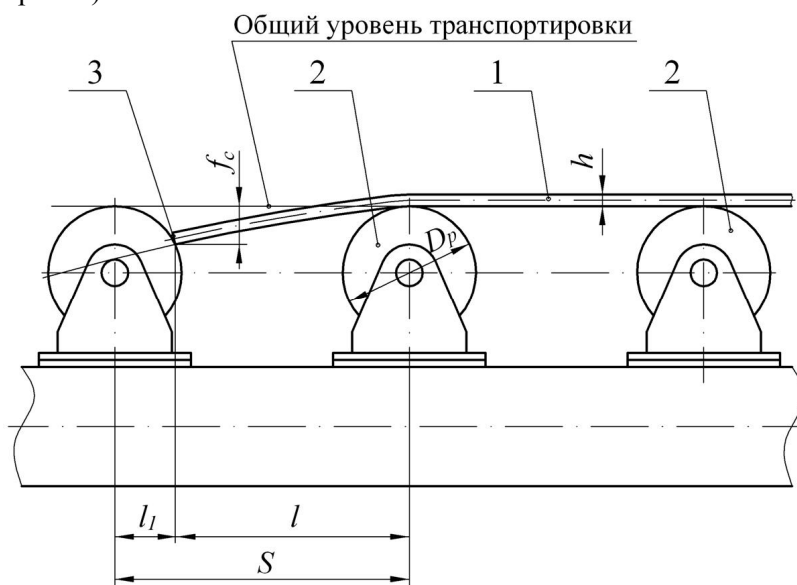


Рис. 2 – Схема провисания лобовой кромки полотнища при контакте её с роликами:  
1 – транспортируемое полотнище; 2 – ряд основных роликов;  
3 – лобовая кромка полотнища.

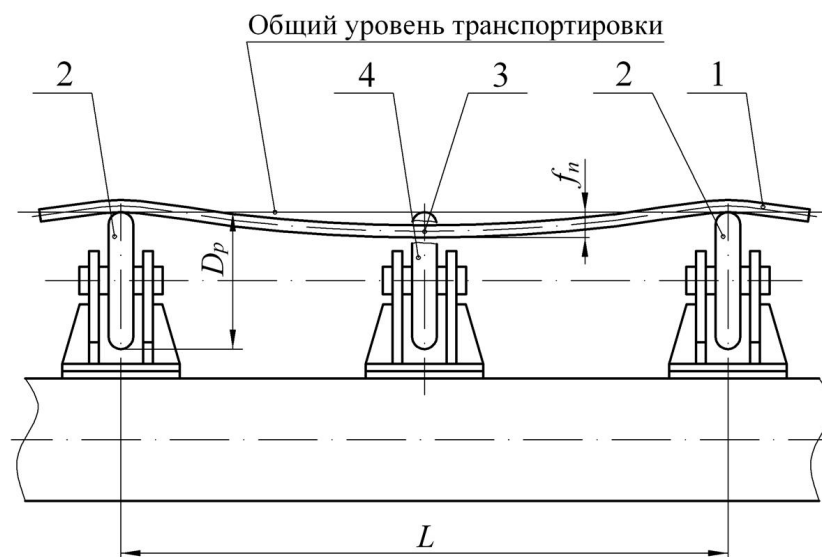


Рис. 3 – Схема прогиба лобовой кромки полотна при контакте с дополнительными роликами:

- 1 – транспортируемое полотно; 2 – ряд основных роликов;  
3 – лобовая кромка полотна; 4 – дополнительный ролик.

Максимальный свес  $f_c$  лобовой кромки, допускающий нормальный заход на ролики и дальнейшее продвижение по ним полотна будет при максимально допустимом шаге  $S$  роликов роликового поля. При этом величина свеса  $f_c$  лобовой кромки определяется по формуле (5) из [4]:

$$f_c = \frac{3\gamma}{2Eh^3} \cdot L^4 \quad (1)$$

При подходе к расположенным вокруг установленных в проемах роликового поля флюсовых подушек (и иного оборудования) дополнительным роликам, лобовая кромка полотна в местах захода на них имеет прогибы  $f_n$  между смежными рядами основных роликов, определяемые по формуле (8) из [4]:

$$f_n = \frac{5\gamma}{32Eh^3} \cdot L^4 \quad (2)$$

В формулах (1) и (2):

$\gamma$  – удельный вес материала листов полотна;

$E$  – модуль нормальной упругости материала листов полотна;

$h$  – толщина листов полотна;

$l$  – вылет свисающей кромки полотна;

$L$  – расстояние между смежными рядами роликов.

Лобовая кромка полотен из листов различных толщин и материалов при перемещении по роликам роликового поля линии может иметь различные деформации (свесы, прогибы и их сочетания). При приближении лобовой кромки к дополнительным роликам ее прогибы относительно общего уровня транспортировки достигают максимальных величин (см. рис. 3). Для обеспечения при этом нормального захода на ролики должны быть соблюдены те же условия, что и при заходе на ролики свисающей консольной части лобовой кромки. Поэтому, для роликов определенного диаметра как консольный свес лобовой кромки, так и ее прогиб между роликами смежных рядов для обеспечения нормальной транспортировки не могут превышать одного и того же максимального значения. При этом максимальный шаг роликов и максимальное расстояние между смежными рядами основных роликов для роликов одного и того же диаметра при транспортировке по ним полотен конкретной толщины и материала находятся в определенной взаимозависимости. Приравнявая формулы (1) и (2) получим соотношение максимально допустимых значений вылета лобовой кромки и расстояния между смежными рядами роликов.

$$\frac{3\gamma}{2Eh^3} \cdot L^4 = \frac{5\gamma}{32Eh^3} \cdot L^4 \quad (3)$$

После преобразований получим соотношение:  $L = 1,76 l$

Для обеспечения нормальных условий захода кромки полотна на ролики расстояние между смежными рядами роликов  $L$  должно быть не более чем 1,76 ее максимально допустимого вылета, то есть:

$$L < 1,76 l \quad (4)$$

Выразив значение  $l$  через шаг роликов по формуле (15) из [4] (см. также рис. 2) получим:

$$l = S - R_p \cdot \cos \frac{\arcsin(R_p - f_c)}{R_p}, \quad (5)$$

где  $S$  – максимально допустимый шаг роликов радиусом  $R_p$  (диаметром  $D_p$ ).

Подставив значение  $l$  в формулу (4) и выполнив преобразования, получаем формулу зависимости максимального расстояния между смежными рядами роликов определенного радиуса (диаметра) от максимально допустимого шага:

$$L < 1,76 \cdot \left\{ S - R_p \cdot \cos \left[ \arcsin \left( 1 - \frac{f_c}{R_p} \right) \right] \right\} \quad (6)$$

Анализируя значение величины  $\frac{f_c}{R_p}$  по графикам [4], видим, что ее значение для роликов разных диаметров составляет 0,75 – 0,80. Подставив его в формулу (6) и выполнив преобразования, получим:

$$L < 1,76 (S - 0,9R_p) \quad (7)$$

Полученные зависимости позволяют при конструировании оборудования транспортных систем линий сборки и сварки тонколистовых полотен при заданных диаметрах роликов и рассчитанных значениях максимально допустимого (по условиям нормальной транспортировки тонколистовых полотен) шага определять максимально допустимое расстояние между смежными рядами роликов и выбирать их оптимальное для транспортной системы конкретной линии соотношение. Благодаря этому исключается неоправданное увеличение металлоемкости оборудования в случае более частой установки роликов и энергозатрат при установке роликов на большем, чем оптимальное расстоянии.

### Выводы

Проведенные исследования и полученные зависимости позволяют при конструировании роликовых полей транспортных систем линий сборки и сварки тонколистовых полотен определять оптимальное соотношение шага роликов и расстояния между смежными рядами роликов конкретных диаметров, установленных с максимально допустимым шагом для транспортировки полотен из листов определенных толщин и материалов. Использование указанного соотношения оптимизирует металлоемкость оборудования, мощность приводов и затраты электроэнергии на транспортировку полотен.

### Перечень ссылок

1. Антонец Д.П. Поточная линия изготовления емкостей из алюминия / Д.П. Антонец, А.Ф. Довженко // Автоматическая сварка. – 1965. – № 2. – С. 64 – 66.
2. Cerwick H. Tandem MAG welding with the PZ 6105 R / H. Cerwick // Svetsaren. – 2000. – № 1. – Р. 37.
3. Sugitani Y. The technical Trends and the Future Prospective Of the Shipbuilding Industries in Japan / Y. Sugitani // Welding in the World. – 2004. – № 7. – Vol. 48. – Р. 173 – 200.
4. Роянов В.А. Выбор параметров роликового поля линий сборки и сварки тонколистовых полотен / В.А. Роянов, П.В. Коросташевский // Автоматическая сварка. – 2007. – № 7. – С. 19 – 24.

Рецензент: А.Д. Размышляев  
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 05.03.2008